

Rec'd CT/PTO 18 OCT 2004
PCT/JP03/04924

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

17.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 5月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-158781

[ST.10/C]:

[JP2002-158781]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社ブリヂストン
服部 励治

REC'D 13 JUN 2003

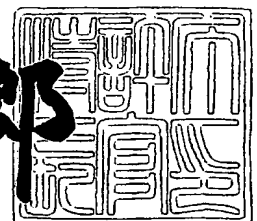
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3039484

【書類名】 特許願

【整理番号】 P229034

【提出日】 平成14年 5月31日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G09F 9/37

【発明の名称】 画像表示装置

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3 - 5 - 5

 【氏名】 二瓶 則夫

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3 - 5 - 5

 【氏名】 村田 和也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都東大和市桜が丘 2 - 2 2 3 - 1

 【氏名】 薬師寺 学

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3 - 5 - 5

 【氏名】 北野 創

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都国立市西 2 - 8 - 3 6

 【氏名】 山崎 博貴

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都羽村市神明台 3 - 5 - 2 8

 【氏名】 増田 善友

【発明者】

 【住所又は居所】 福岡県福岡市西区姪浜町 2 0 0 - 1

 【氏名】 服部 励治

【特許出願人】

【識別番号】 000005278

【氏名又は名称】 株式会社 ブリヂストン

【特許出願人】

【識別番号】 399111060

【氏名又は名称】 服部 励治

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712186

【包括委任状番号】 0206429

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一方が透明な 2 枚の基板の間に色および帯電特性の異なる 2 種類以上の粒子を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画素内の粒子の飛翔移動の際に発生する飛翔移動電流を検出することにより画像表示状態を読み出すことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 前記画像表示状態の読み出しを、表示されている画像に対し、全面黒色または白色の画像を書き込み、その書き込みの際各画素に流れた飛翔移動電流の積分値から各画素の表示濃度を求めることで行うよう構成した請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】 前記飛翔移動電流を検出する飛翔移動電流検出部と、前記飛翔移動電流を積分する積分器を具備する請求項 1 または 2 記載の画像表示装置。

【請求項 4】 画像書き込みの際に用いる電極を使用して、前記飛翔移動電流を検出する請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 5】 読み出された表示画像情報をもとに、再書き込みする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 6】 粒子の平均粒径が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ である請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 7】 粒子の帯電量が絶対値で $10 \sim 100 \mu\text{C/g}$ である請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 8】 粒子が、その表面と 1 mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8 KV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300 V より大きい粒子である請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 9】 粒子の色が白色及び黒色である請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 1 0】 前記画像表示板が、複数の走査電極と、それにほぼ直行するデータ電極で構成されるマトリックス電極を具備する請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、クーロン力を利用した粒子の飛翔移動に伴い、画像を繰り返し表示、消去できる画像表示板を具備する画像表示装置に関し、特に画像表示メモリ性を利用した画像表示状態検出機能を有する画像表示装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、液晶（LCD）に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2 色粒子回転方式などの技術を用いた画像表示装置が提案されている。

【 0 0 0 3 】

これら従来の技術は、LCD に比べて、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリ機能を有している等のメリットから、次世代の安価な画像表示装置に使用できる技術として考えられ、携帯端末用画像表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。特に最近では、分散粒子と着色溶液からなる分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置する電気泳動方式が提案され期待が寄せられている。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、電気泳動方式では、液中を粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅いという問題がある。更に、低比重の溶液中に酸化チタン等の高比重の粒子を分散させているために沈降しやすく、分散状態の安定性維持が難しく、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにし、見かけ上、上述した欠点が現れにくくしているだけであって、本質的な問題は何ら解決されていない。

【0005】

一方、溶液中での挙動を利用した電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層を基板の一部に組み入れた方式も提案され始めている。しかし、電荷輸送層、更には電荷発生層を配置するために構造が複雑になると共に、導電性粒子に電荷を一定に注入することは難しく、安定性に欠けるという問題もある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述した種々の問題を解決するための一方法として、少なくとも一方が透明な2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子を封入し、基板に設けた電極からなる電極対から粒子に電界を与えて、クーロン力などにより粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置が知られている。

【0007】

この画像表示装置は、一度書き込み操作により画像を形成してしまえば、駆動電圧を取り去っても画像表示状態を保持するという特徴がある。そのため、従来方式の画像表示装置にはないメリットが生じ、大画面高精細ディスプレイ、電子ペーパーなどへの応用が期待されている。

【0008】

上記画像表示メモリ性をさらに有効に活用する方法として、保持している画像表示状態を読み出すことができるなら、この画像表示装置を情報記憶装置として用いることが考えられる。特に大画面高精細ディスプレイや電子ペーパーなど表示画素数が極端に多い場合は、半導体素子による画像メモリを併設する方法に比べて、コストや小型化などの面でメリットが大きい。

【0009】

また、光センサーなどを用いて光学的に画像表示状態を読み出す方法は、光センサー付加のためのコストアップや、取り付けスペースのための画像表示装置の大型化などの問題が生じる。さらに、電氣的に読み出すことができれば上記問題は回避できるが、上記粒子の飛翔移動により画像を表示する画像表示装置では、

粒子に電界を与えて画像を表示した後、すべての表示状態において電極間の抵抗値や静電容量の差がなく、これらの電気的特性値を利用して画像表示状態を読み出すことができないという問題があった。

【0010】

本発明の目的は、乾式で応答性能が速く、単純な構造で安価かつ、安定性に優れる画像表示装置において、表示した画像の画像表示状態を読み出すことのできる画像表示状態検出機能を有する画像表示装置を提供しようとするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像表示装置は、少なくとも一方が透明な2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画素内の粒子の飛翔移動の際に発生する飛翔移動電流を検出することにより画像表示状態を読み出すことを特徴とするものである。

【0012】

本発明における画像表示装置は、粒子が電極間を飛翔移動する際、飛翔移動電流が流れる。飛翔移動電流の積分値は飛翔移動した粒子の電荷の総和であるので、あらかじめ粒子の平均電荷量を測定しておけば、どれだけの量の粒子が移動したかがわかる。この移動粒子の量を電極面積で割れば面積当たりの粒子密度が計算できる。このときの表示濃度は粒子面積密度から光学計算で求めてもよいし、実測してもよい。このようにして実際に用いる電極面積における表示濃度と飛翔移動電流積分値との関係をあらかじめマップ化しておき、飛翔移動電流積分値を検出することで表示濃度すなわち画像表示状態を検出することができる。

【0013】

本発明では、実際の画像表示状態の読み出しを、表示されている画像に対し、全面黒色または白色の画像を書き込み、その書き込みの際各画素に流れた飛翔移動電流の積分値から各画素の表示濃度を求めることで行うよう構成すると、本発明をより効果的に実施できるため、好ましい。また、飛翔移動電流を検出する飛

翔移動電流検出部と、飛翔移動電流を積分する積分器を具備するよう構成すること、画像書き込みの際に用いる電極を使用して、飛翔移動電流を検出すること、及び、読み出された表示画像情報をもとに、再書き込みすることは、いずれも好ましい態様となる。

【0014】

さらに、本発明の画像表示装置における粒子としては、粒子の平均粒径が0.1～50 μm であることが好ましい。また、粒子の帯電量が絶対値で10～100 $\mu\text{C/g}$ であることが好ましい。さらに、粒子が、その表面と1mmの間隔をもって配置されたコロナ放電器に、8KVの電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、0.3秒後における表面電位の最大値が300Vより大きい粒子であることが好ましい。さらにまた、粒子の色が白色及び黒色であることが好ましい。また、画像表示板が、複数の走査電極と、それにほぼ直行するデータ電極で構成されるマトリックス電極を具備することが好ましい。

【0015】

【発明の詳細な説明】

図1は本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子の一例とその表示駆動原理を示す図である。図1(a)～(c)に示す例において、1は透明基板、2は対向基板、3は表示電極（透明電極）、4は対向電極、5は負帯電粒子、6は正帯電粒子、7は隔壁である。

【0016】

図1(a)は対向する基板（透明基板1と対向基板2）の間に負帯電粒子5及び正帯電粒子6を配置した状態を示す。この状態のものに、表示電極3側が低電位、対向電極4側が高電位となるように電圧を印加すると、図1(b)に示すように、クーロン力などによって、正帯電粒子6は表示電極3側飛翔移動し、負帯電粒子5は対向電極4側に飛翔移動する。この場合、透明基板1側から見る表示面は正帯電粒子6の色に見える。次に、極性を切り換えて、表示電極3側が高電位、対向電極4側が低電位となるように電圧を印加すると、図1(c)に示すように、クーロン力などによって、負帯電粒子5は表示電極3側に飛翔移動し、正帯電粒子6は対向電極4側に飛翔移動する。この場合、透明基板1側から見る表

示面は負帯電粒子6の色に見える。

【0017】

図1(b)と図1(c)の間は電源の極性を反転するだけで繰り返し表示することができ、このように電源の極性を反転することで可逆的に色を変化させることができる。粒子の色は、随意に選定できる。例えば、負帯電粒子5を白色とし、正帯電粒子6を黒色とするか、負帯電粒子5を黒色とし、正帯電粒子6を白色とすると、表示は白色と黒色間の可逆表示となる。この方式では、各粒子は一度電極に鏡像力により貼り付いた状態にあるので、電圧を切った後も表示画像は長期に保持され、メモリ保持性が良い。

【0018】

本発明では、各帯電粒子は気体中を飛翔するため、画像表示の応答速度が速く、応答速度を1 msec以下にすることができる。また、液晶表示素子のように配向膜や偏光板等が不要で、構造が単純で、低コストかつ大面積が可能である。温度変化に対しても安定で、低温から高温まで使用可能である。さらに、視野角がなく、高反射率、反射型で明るいところでも見易く、低消費電力である。メモリ性もあり、画像保持する場合に電力を消費しない。

【0019】

本発明の画像表示装置は、上記画像表示素子がマトリックス状に配置された画像表示板から構成される。図2(a)、(b)にその模式図の一例を示す。この例では説明の都合上3×3のマトリックスを示す。各電極の数をn個とすることで、任意のn×nのマトリックスを構成することができる。

【0020】

図2(a)、(b)に示す例において、ほぼ平行に配置した表示電極(走査電極)3-1~3-3と同じくほぼ平行に配置した対向電極(データ電極)4-1~4-3とは、互いにほぼ直交した状態で、透明基板1上および対向基板2上に設けられている。表示電極3-1~3-3のそれぞれには、ロウドライバ回路8が接続されている。同様に、対向電極4-1~4-3のそれぞれには、カラムドライバ回路9を介してフレームバッファ10が接続されている。各カラムドライバ回路9は、図2(b)に示すように、電圧発生回路11、電流/電圧変換回路

12、反転電流検出器13、積分器14、比較器15を具備して成る。このカラムドライバ回路9は、電極間に印加する階調電圧の電圧値を調整する、単純な構造かつ安価な調整回路となる。

【0021】

表示電極側に接続されロウドライバ回路8は、表示電極3-1～3-3を順次走査するための走査信号を発生する機能を有している。また、対向電極側に接続されたフレームバッファ10は、選択された対向電極上の階調指示電圧をカラムドライバ回路9に出力する機能を有しており、カラムドライバ回路9は、入力された階調指示電圧に対応する階調電圧を当該対向電極に出力する機能および後に詳述する飛翔移動電流補正機能を有している。これらロウドライバ回路8、カラムドライバ回路9、フレームバッファ10の全体がマトリックスドライブ回路を構成する。なお、本例では、隔壁7によりお互いを隔離して3×3個の画像表示素子を構成しているが、この隔壁7は必須ではなく、省くこともできる。

【0022】

上述した表示電極3-1～3-3と対向電極4-1～4-3とからなるマトリックス電極に対する駆動制御では、表示しようとする画像に応じて、図示しないシーケンサの制御によりロウドライバ回路8、カラムドライバ回路9およびフレームバッファ10の動作を制御して、3×3個の画像表示素子を順に表示させる動作が実行される。この動作は、基本的には、従来から知られているものと同様の画像表示動作であるが、本発明では、この動作に加えて、後に詳細に説明する、中間調表示（階調表示）のための動作を行う。

【0023】

マトリックス電極を構成する各電極は、透明基板上に設ける表示電極の場合には、透明かつパターン形成可能である導電材料で形成される。このような導電材料としては、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属やITO、導電性酸化スズ、導電性酸化亜鉛等の透明導電金属酸化物をスパッタリング法、真空蒸着法、CVD法、塗布法等で薄膜状に形成したもの、あるいは、導電剤を溶媒あるいは合成樹脂バインダーに混合して塗布したものが用いられる。

【0024】

導電剤としては、ベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレート等のカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質や導電性の酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム微粉末等が用いられる。なお、電極の厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障がなければどのような厚さでも良いが、 $3 \sim 1000 \text{ nm}$ 、好ましくは $5 \sim 400 \text{ nm}$ が好適である。対向基板上には、上記表示電極と同様に透明電極材料を使用することもできるが、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の非透明電極材料も使用できる。

【0025】

各電極には、帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。コート層は、負帯電粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると、粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

【0026】

以下、本発明の画像表示装置で用いる基板について述べる。基板の少なくとも一方は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料が好適であり、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器の表示装置等の用途には可撓性のない材料が好適である。

【0027】

基板の材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルホン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、アクリル等のポリマーシートや、ガラス、石英等の無機シートが挙げられる。対向基板は透明でも不透明でもかまわない。基板の厚みは、 $2 \sim 5000 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好適である。厚みが薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚みが厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

【0028】

また、図 2 (a) に示すように、隔壁 7 を各表示素子の四周に設けるのが好ましい。隔壁を平行する 2 方向に設けることもできる。これにより、基板平行方向の余分な粒子移動を阻止し、耐久繰返し性、メモリ保持性を介助するとともに、基板間の間隔を均一にかつ補強し、画像表示板の強度を上げることもできる。隔壁の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、スクリーン版を用いて所定の位置にペーストを重ね塗りするスクリーン印刷法や、基板上に所望の厚さの隔壁材をベタ塗りし、隔壁として残したい部分のみレジストパターンを隔壁材上に被覆した後、ブラスト材を噴射して隔壁部以外の隔壁材を切削除去するサンドブラスト法や、基板上に感光性樹脂を用いてレジストパターンを形成し、レジスト凹部へペーストを埋め込んだ後レジストを除去するリフトオフ法（アディティブ法）や、基板上に隔壁材料を含有した感光性樹脂組成物を塗布し、露光・現像により所望のパターンを得る感光性ペースト法や、基板上に隔壁材料を含有するペーストを塗布した後、凹凸を有する金型等を圧着・加圧成形して隔壁形成する鋳型成形法等、種々の方法が採用される。さらに、鋳型成形法を応用し、鋳型として感光性樹脂組成物により設けたレリーフパターンを使用する、レリーフ型押し法も採用される。

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の画像表示装置で用いる粒子について述べる。本発明では、表示のための粒子は負帯電性または正帯電性の着色粒子で、クーロン力などにより飛翔移動するものであればいずれでも良いが、特に、帯電性が大きく、球形で比重の小さい粒子が好適である。粒子の平均粒径は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $1 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましい。粒径がこの範囲より小さいと、粒子の電荷密度が大きすぎて電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリ性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。反対に粒径がこの範囲より大きいと、追従性は良いが、メモリ性が悪くなる。

【 0 0 3 0 】

粒子を負または正に帯電させる方法は、特に限定されないが、コロナ放電法、電極注入法、摩擦法等の粒子を帯電する方法が用いられる。粒子の帯電量は絶対値で $10 \sim 100 \mu\text{C/g}$ の範囲が好ましく、特に $20 \sim 60 \mu\text{C/g}$ が好まし

い。帯電量がこの範囲より低いと、電界の変化に対する応答速度が遅くなり、メモリ性も低くなる。帯電量がこの範囲より高いと、電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリ性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。

【0031】

粒子は、その帯電電荷を保持する必要があるので、 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁粒子が好ましく、特に $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁粒子が好ましい。また、以下に述べる方法で評価した電荷減衰性の低い粒子がさらに好ましい。

【0032】

すなわち、粒子を、別途、プレス、加熱溶融、キャスト等により、厚み $5 \sim 100 \mu\text{m}$ のフィルム状にする。そして、そのフィルム表面と 1 mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8 KV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させ、その表面電位の変化を測定し判定する。この場合、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300 V より大きく、好ましくは 400 V より大きくなるように、粒子構成材料を選択、作成することが肝要である。

【0033】

なお、上記表面電位の測定は、例えば図3に示した装置（QEA社製CRT2000）により行うことができる。この装置の場合は、前述したフィルムを表面に配置したロールのシャフト両端部をチャック21にて保持し、小型のコロトロン放電器22と表面電位計23とを所定間隔離して併設した計測ユニットを上記フィルムの表面と 1 mm の間隔を持って対向配置し、上記フィルムを静止した状態のまま、上記計測ユニットをフィルムの一端から他端まで一定速度で移動させることにより、表面電荷を与えつつその表面電位を測定する方法が好適に採用される。なお、測定環境は温度 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5 \text{ RH}\%$ とする。

【0034】

粒子は、帯電性能等が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば、樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、あるいは、着色剤単独等で形成することができる。

【0035】

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、ウレア樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル

樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、アクリルフッ素樹脂、シリコーン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、スチレンアクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリアミド樹脂等が挙げられ、2種以上混合することもできる。特に、基板との付着力を制御する観点から、アクリルウレタン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、アクリルフッ素樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、フッ素樹脂、シリコーン樹脂が好適である。

【0036】

荷電制御剤としては、特に制限はないが、負荷電制御剤としては例えば、サリチル酸金属錯体、含金属アゾ染料、合金金属（金属イオンや金属原子を含む）の油性染料、4級アンモニウム塩系化合物、カリックスアレン化合物、含ホウ素化合物（ベンジル酸ホウ素錯体）、ニトロイミダゾール誘導体等が挙げられる。正荷電制御剤としては例えば、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、4級アンモニウム塩系化合物、ポリアミン樹脂、イミダゾール誘導体等が挙げられる。その他、超微粒子シリカ、超微粒子酸化チタン、超微粒子アルミナ等の金属酸化物、ピリジン等の含窒素環状化合物及びその誘導体や塩、各種有機顔料、フッ素、塩素、窒素等を含んだ樹脂等も荷電制御剤として用いることもできる。

【0037】

着色剤としては、以下に例示するような、有機または無機の各種、各色の顔料、染料が使用可能である。

【0038】

黒色顔料としては、カーボンブラック、酸化銅、二酸化マンガン、アニリンブラック、活性炭等がある。黄色顔料としては、黄鉛、亜鉛黄、カドミウムイエロー、黄色酸化鉄、ミネラルファストイエロー、ニッケルチタンイエロー、ネーブルイエロー、ナフトールイエローS、ハンザイエローG、ハンザイエロー10G、ベンジジンイエローG、ベンジジンイエローGR、キノリンイエローレーキ、パーマネントイエローNCG、タートラジンレーキ等がある。橙色顔料としては

、赤色黄鉛、モリブデンオレンジ、パーマネントオレンジGTR、ピラズロンオレンジ、バルカンオレンジ、インダスレンブリリアントオレンジRK、ベンジジンオレンジG、インダスレンブリリアントオレンジGK等がある。赤色顔料としては、ベンガラ、カドミウムレッド、鉛丹、硫化水銀、カドミウム、パーマネントレッド4R、リソールレッド、ピラズロンレッド、ウォッチングレッド、カルシウム塩、レーキレッドD、ブリリアントカーミン6B、エオシンレーキ、ローダミンレーキB、アリザリンレーキ、ブリリアントカーミン3B等がある。

【0039】

紫色顔料としては、マンガン紫、ファストバイオレットB、メチルバイオレットレーキ等がある。青色顔料としては、紺青、コバルトブルー、アルカリブルーレーキ、ピクトリアブルーレーキ、フタロシアニンブルー、無金属フタロシアニンブルー、フタロシアニンブルー部分塩素化物、ファストスカイブルー、インダスレンブルーBC等がある。緑色顔料としては、クロムグリーン、酸化クロム、ピグメントグリーンB、マラカイトグリーンレーキ、ファイナルイエローグリーンG等がある。白色顔料としては、亜鉛華、酸化チタン、アンチモン白、硫化亜鉛等がある。

【0040】

体質顔料としては、バライト粉、炭酸バリウム、クレー、シリカ、ホワイトカーボン、タルク、アルミナホワイト等がある。また、塩基性、酸性、分散、直接染料等の各種染料として、ニグロシン、メチレンブルー、ローズベンガル、キノリンイエロー、ウルトラマリンブルー等がある。これらの着色剤は、単独或いは複数組み合わせて用いることができる。特に黒色着色剤としてカーボンブラックが、白色着色剤として酸化チタンが好ましい。

【0041】

粒子の製造方法については特に限定されないが、例えば、電子写真のトナーを製造する場合に準じた粉碎法および重合法が使用出来る。また、無機または有機顔料の粉体の表面に樹脂や荷電制御剤等をコートする方法も用いられる。

【0042】

透明基板と対向基板の間隔は、粒子が飛翔移動でき、コントラストを維持でき

れば良いが、通常 $10 \sim 5000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \sim 500 \mu\text{m}$ に調整される。粒子充填量は、基板間の空間体積に対して、 $10 \sim 90\%$ 、好ましくは $30 \sim 80\%$ を占める体積になるように充填するのが良い。

【0043】

本発明の画像表示装置に用いる表示板においては、上記の表示素子を複数使用してマトリックス状に配置して表示を行う。白黒の場合は、1つの表示素子が1つの画素となる。白黒以外の任意の色表示をする場合は、粒子の色の組み合わせを適宜行えばよい。フルカラーの場合は、3種の表示素子、すなわち、各々 R（赤色）、G（緑色）及び B（青色）の色の粒子を持ちかつ各々黒色の粒子を持つ表示素子を1組とし、それらを複数組配置して表示板とするのが好ましい。

【0044】

本発明の画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話等のモバイル機器の画像表示部、電子ブック、電子新聞等の電子ペーパー、看板、ポスター、黒板等の掲示板、電卓、家電製品、自動車用品等の画像表示部等に用いられる。

【0045】

以上、本発明の画像表示装置の構成について説明した。以下、この構成の画像表示装置における画像書き込み方法及び画像読み出し方法について、順に説明する。まず、画像書き込み方法の一例は以下の通りである。

【0046】

まず、本発明の画像表示装置において実行される中間調表示（階調表示）動作およびその動作に用いる階調指示電圧について説明する。本実施形態の画像表示装置においては、粒子が表示電極3および対向電極4間を飛翔移動する際に飛翔移動電流が流れることに着目して、実際に飛翔移動した粒子の総電荷量に対応する飛翔移動電流の積分値が求まれば、この積分値を予め測定しておいた粒子の平均電荷量と比較することによりどれだけの量の粒子が移動したかが求まり、この移動した粒子の量を当該電極面積で除算することにより単位面積当たりの粒子密度が求まるので、この粒子密度に基づく光学計算により表示濃度が求まる。なお、表示濃度は、光学計算ではなく実測して求めてもよい。

【0047】

上記に鑑み、本実施形態の画像表示装置では、実際に使用する電極面積における表示濃度と飛翔移動電流の積分値との関係を予めマップ化したデータを図2（b）に示すフレームバッファ10内に格納しておく。このマップ化したデータとしては、粒子の飛翔移動の際に発生する飛翔移動電流の積分値が目標とする階調レベルの表示濃度に対応する値となるように予め設定された階調指示電圧データを用いるものとする。

【0048】

したがって、本実施形態の画像表示装置において中間調表示を行う際には、フレームバッファ10からカラムドライバ回路9の電圧発生回路11に、表示しようとする画素の階調レベルに対応する階調指示電圧を出力し、この階調指示電圧に応じて電圧発生回路11で階調電圧を発生させ、この階調電圧を電流／電圧変換回路12で電流に変換したものを当該電極に出力することにより、飛翔移動電流の積分値が目標とする階調レベルに対応する表示濃度値となるようにしたから、所望の中間調濃度を再現性良く表示することが可能になる。

【0049】

また、その際、図2（b）に示すカラムドライバ回路9内では、電流／電圧変換回路12から出力される飛翔移動電流を反転電流検出器13で検出した後に積分器14で積分し、得られた積分値を、比較器15でフレームバッファ10から入力される階調指示電圧と比較するフィードバック制御を行うから、飛翔移動電流の積分値と前記階調レベルに対応する階調指示電圧との間のずれが補正されることになり、画素表示時の再現性がさらに向上する。

【0050】

次に、本発明の画像表示装置において実行される、中間調表示（階調表示）における飛翔移動電流の補正方法について、図4（a），（b）を用いて説明する。

【0051】

図4（a），（b）はそれぞれ、第1実施形態の画像表示装置において中間調表示を行う際の飛翔移動電流の補正方法を説明するための図である。本実施形態では、画像表示装置の画像表示板の電極間に電圧を印加したときには、粒子の飛

翔移動に伴い流れる飛翔移動電流のみならず、電極間の静電容量を充電する充電電流も流れることを考慮して、まず、電極間に電圧を印加したときに流れる電流を単純に観測し、それにより上記飛翔移動電流および上記充電電流の和である観測電流を得る。

【0052】

上記充電電流は、電極間距離や電極間に充填した気体や粒子の誘電率等を用いた演算により予め求まるので、このような演算値を用いて観測電流値から飛翔移動電流波形を求めるようにしてもよいが、このような演算値をそのまま用いると、パネル面内のセルギャップのばらつき等により充電電流波形自体にばらつきが生じている等の場合には、表示濃度のばらつきを補正することができない。

【0053】

そこで、本実施形態では、表示対象とする画素またはその画素に隣接する画素に対し、図4（a）に示すように粒子が飛翔移動するしきい値電圧未満の電圧Aを印加した場合に発生する充電電流である第1の電流波形（図4（b）の左側の電流波形）および前記しきい値電圧以上の電圧Bを印加した場合に発生する観測電流である第2の電流波形（図4（b）の右側の電流波形）を観測し、上記充電電流波形に基づいて上記観測電流波形を補正する。具体的には、上記電圧Bとして実際に表示する所望の中間調に対応する印加電圧を用いて、（飛翔移動電流）＝（観測電流）－（充電電流×B／A）の演算を行うことにより、補正した飛翔移動電流を求める。この場合、粒子飛翔移動電流の積分値に基づいて補正が行われることになる。

【0054】

したがって、本発明の画像表示装置において中間調表示を行う際には、飛翔移動電流の演算に用いる電流波形が最適化されるので、表示濃度のばらつきが補正されることになる。

【0055】

なお、上述した例では、電極間に印加する電圧の電圧値を調整することにより中間調表示を実現するようにしているが、この電圧値の調整に代えて、あるいはこの電圧値の調整に加えて、電極間に印加する電圧の波形、印加時間、印加回数

の何れか1つまたは2つ以上の調整を行うようにしてもよい。

【0056】

次に、以上の様にして形成された画像を読み出す本発明の最大の特徴について説明する。図5は本発明の画像表示装置における画像表示状態の読み出しを説明するための図である。なお、図5に示す例では、上述した書き込みの例とは異なり、 $n \times n$ のマトリックスの例を示している。図5に示す例において、31はコラムドライバ回路、32は電圧発生回路、33は電流－電圧変換回路、34は反転電流検出器、35は積分器、36はA/D変換回路、37はロウドライバ回路、38はフレームバッファ、39は走査電極、40はデータ電極である。走査電極39とデータ電極40の構成は、上述した書き込みの例と対応している。

【0057】

図5に示すようにマトリックス電極を構成し、データ電極40はコラムドライバ回路31に加えて飛翔移動電流を検出するための電流－電圧変換回路33に接続されている。検出された飛翔移動電流は積分器35で積分され、A/D変換回路36でデジタル値に変換されて図示しないCPUに送られる。本例では、一例として、図2(a)に示すように隔壁7で画成された各画素領域に白・黒粒子を封入し、すでに画像形成過程により画像が形成済みであり、表示メモリ性によって形成された画像を保持している。そのような状態の本発明の画像表示装置において、表示画像情報を読み出す手順は以下の通りである。

【0058】

まず、黒べた（全面黒）画像を書き込む。パッシブマトリックス駆動法は従来と同じで構成できる。このとき、各画素を形成する際にコラムドライバ回路31からデータ電極10に注入した電流を積分した値を、ロウドライバ回路37が各走査電極を走査するタイミング（クロック）に併せてA/D変換回路36でA/D変換することによりデジタル化し、これを一画面分走査電極39が走査される間繰り返す。この書き込み操作の際、各画素に黒を書き込んだとき流れた飛翔移動電流の積分値は各画素の「黒くさ」すなわち「白さ」に対応しており、従って、デジタル値として各画素ごとの表示濃度を画面全体にわたり読み出すことが可能となる。

【0059】

さらに、白べた（全面白）画像について上記同様の操作を行えば、「白くなさ」すなわち各画素の「黒さ」を読み出すことができる。原理的には白べた画像もしくは黒べた画像どちらか一方の書き込みで表示画面状態を読み出すことが可能であるが、両画像について同様な手順を行い、得られた値を比較することにより読み出しデータを補正することで、より再現性の高い表示画像状態読み出しの手法を実現することができる。なお、これら読み出し操作により表示画像は黒べたまたは白べたとなるので、必要に応じて、先に読み出された表示画像状態に基づいて画像形成を行う。

【0060】

なお、上述した書き込みの時と同様に、以下の態様を考慮することが好ましい。まず、上述した読み出し操作により変化が生じてしまった表示画像状態は、読み出された情報をもとに再び書き込みことにより復元することができる。この際、必ずしも読み出された表示画像状態と同じ状態に書き戻す必要はなく、例えば、表示画像状態が経時的に劣化していくことがあらかじめ分かっているならば、これを補正した表示画像状態に書き戻してもよい。

【0061】

また、画像表示板の電極管に電圧を印加した際に流れる電流は、粒子の飛翔移動に伴い流れる飛翔電流のみではなく、電極間の静電容量を充電する充電電流も流れる。よって電極に電圧を印加した際に流れる電流を単純に観測すると飛翔移動電流と充電電流の和が得られる。充電電流の波形は、電極間距離や電極間に充填した気体や粒子の誘電率などを用いてあらかじめ計算できるので、この計算値を用いて観測された電流値から飛翔移動電流波形を算出してもよい。

【0062】

しかし、パネル面内のセルギャップのばらつきなどにより充電電流波形そのものにばらつきが生じている場合などは、この方法では表示濃度のばらつきを完全に補正することができない。これを改善するために、対象とする画素そのもの、もしくは対象とする画素に隣接した画素に大して、粒子飛翔が起こるしきい値以下の電圧を印加し、このときに流れる電流を充電電流とみなし、（測定電流）－

$A \times (\text{充電電流}) = (\text{飛翔移動電流})$ (ここで、 A は充電電流のみを観測するとき
に用いた印加電圧と実際に中間調表示を行う際に用いる印加電圧の比) の式か
ら飛翔移動電流を算出する方法が考えられる。

【0063】

以上詳細に説明した本発明の画像表示装置では、各画素に中間調の濃度の表示
をさせるとともに、その中間調の濃度を読み取るメモリ性を有している。これに
より、例えば0～255の中間調を表示可能に構成すれば、各画素を1バイトの
メモリとして機能させることができる。また、上述した例では画像表示装置がメ
モリ性を有するものとして説明したが、メモリ性のみを利用して情報規則装置を
構成することもできる。その場合は、透明基板を使用する必要はない。

【0064】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、画素内の粒子の飛翔移動の
際に発生する飛翔移動電流を検出することにより画像表示状態を読み出している
ため、具体的には、画像表示状態の読み出しを、表示されている画像に対し、全
面黒色または白色の画像を書き込み、その書き込みの際各画素に流れた飛翔移動
電流の積分値から各画素の表示濃度を求めることで行うよう構成したため、画像
の表示濃度を読み取ることが可能となり、画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a)～(c)はそれぞれ本発明の画像表示装置に用いる画像表示板
の表示素子の一例およびその表示駆動原理を説明するための図である。

【図2】 (a)、(b)はそれぞれ本発明の画像表示装置の画像表示板を例示
する模式図である。

【図3】 本発明の画像表示装置に用いる粒子の表面電位の測定要領を示す図で
ある。

【図4】 (a)、(b)はそれぞれ本発明の画像表示装置において中間調表示
を行う際の飛翔移動電流の補正方法を説明するための図である。

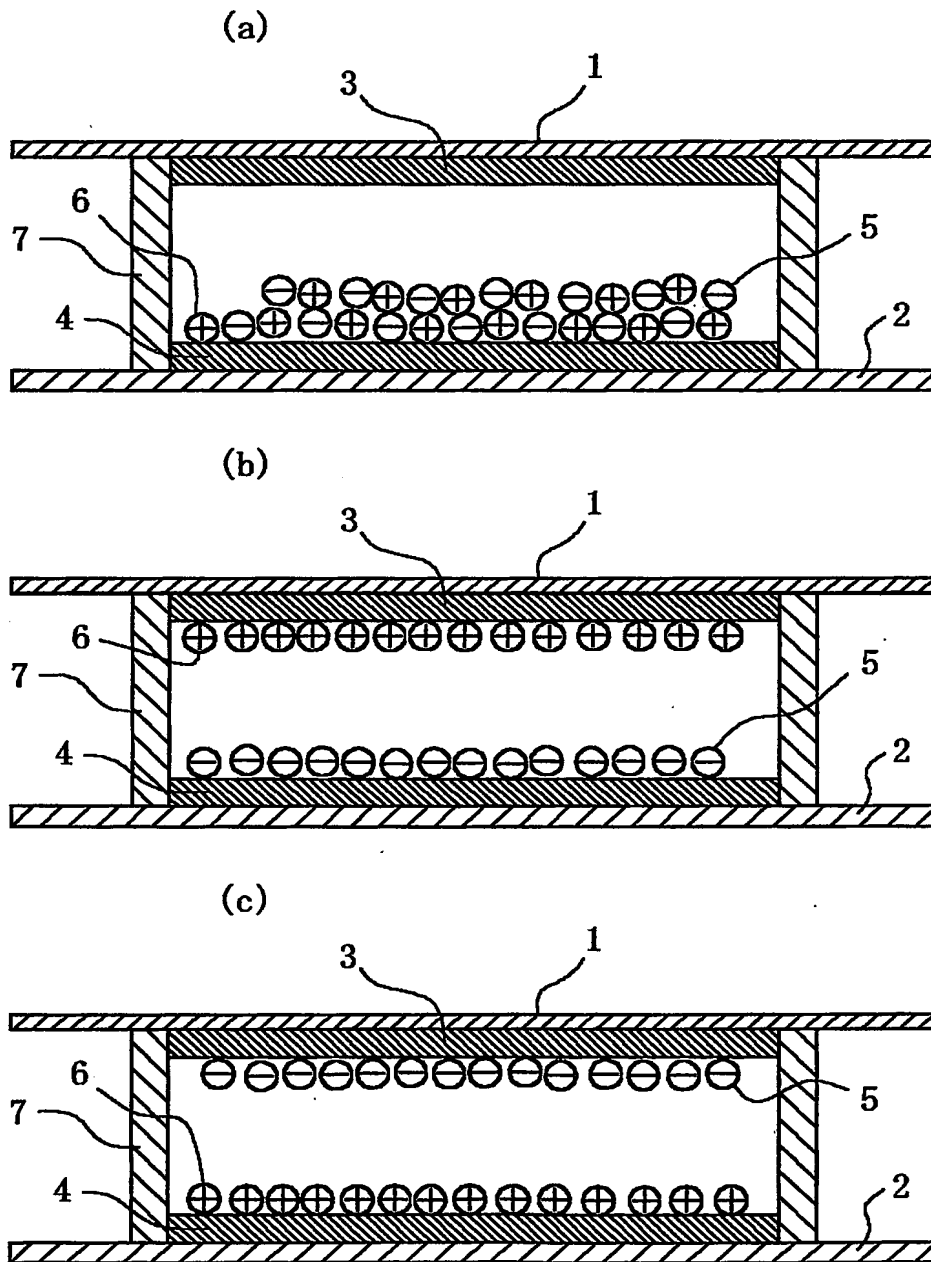
【図5】 本発明の画像表示装置における画像読み取りの動作を説明するための
図である。

【符号の説明】

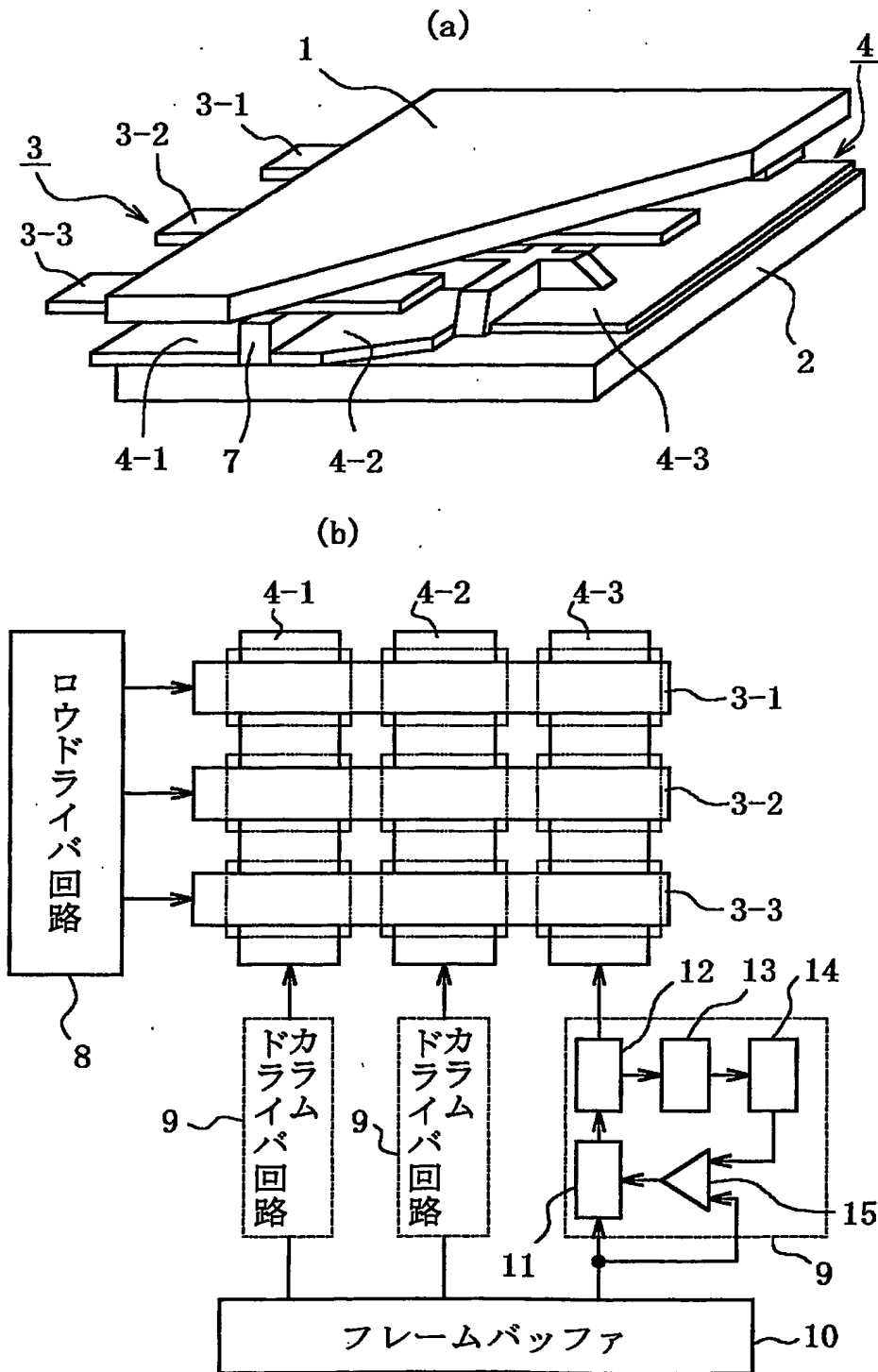
- 1 透明基板
- 2 対向基板
- 3、39 表示電極（走査電極）
- 4、40 対向電極（データ電極）
- 5 負帯電粒子
- 6 正帯電粒子
- 7 隔壁
- 8、37 ロウドライバ回路
- 9、31 カラムドライバ回路
- 10、38 フレームバッファ
- 11、32 電圧発生回路
- 12、33 電流／電圧変換回路
- 13、34 反転電流検出器
- 14、35 積分器
- 15 比較器
- 21 チャック
- 22 コロトロン放電器
- 23 表面電位計
- 36 A／D変換器

【書類名】 図面

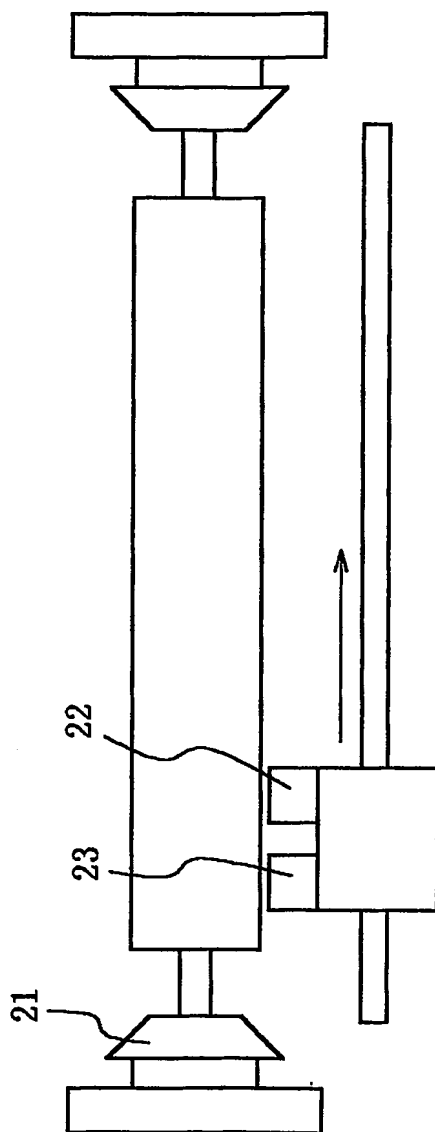
【図 1】



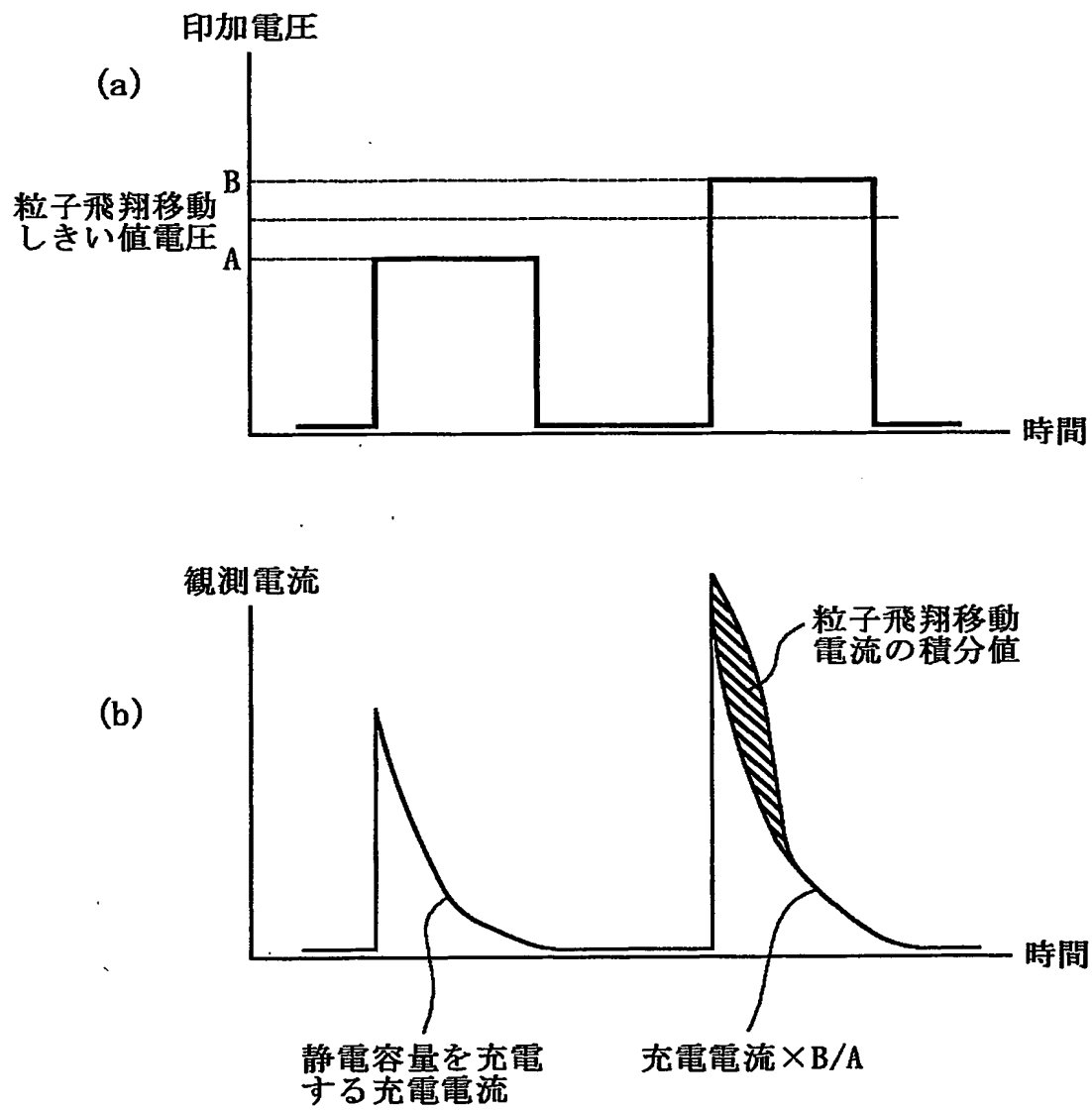
【図 2】



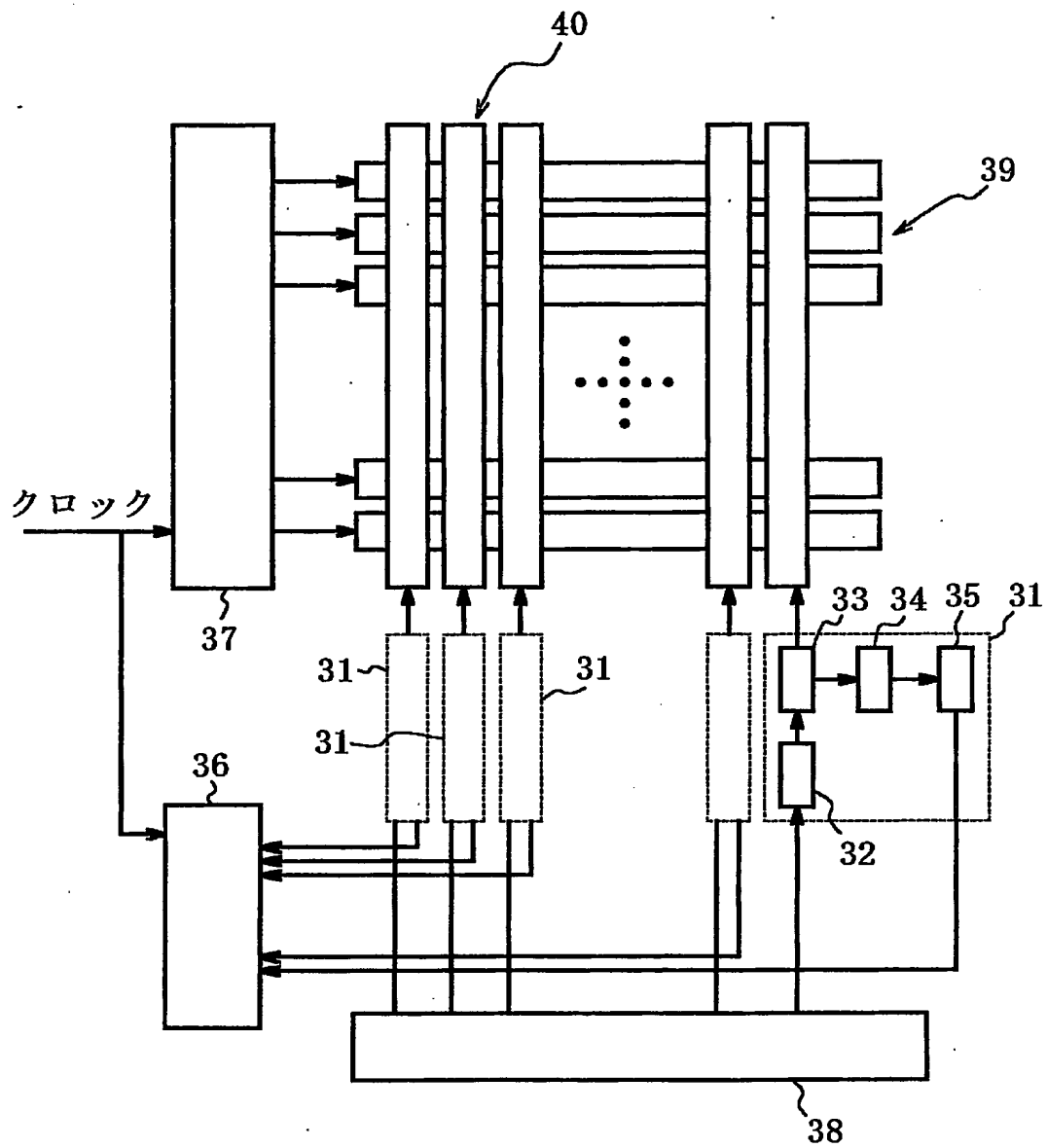
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 乾式で応答性能が速く、単純な構造で安価かつ、安定性に優れる画像表示装置において、表示した画像の画像表示状態を読み出すことのできる画像表示装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも一方が透明な 2 枚の基板（1、2）の間に色および帯電特性の異なる 2 種類以上の粒子（5、6）を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画素内の粒子の飛翔移動の際に発生する飛翔移動電流を検出することにより画像表示状態を読み出す。具体的には、画像表示状態の読み出しを、表示されている画像に対し、全面黒色または白色の画像を書き込み、その書き込みの際各画素に流れた飛翔移動電流の積分値から各画素の表示濃度を求めることで行うよう構成する。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005278]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都中央区京橋1丁目10番1号
氏 名	株式会社ブリヂストン

特2002-158781

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[399111060]

1. 変更年月日

2002年 4月18日

[変更理由]

住所変更

住 所

福岡県福岡市西区姪浜町200-1

氏 名

服部 励治